

A déltiszántúli felszín alatti vizek minőségi viszonyainak feltárása és ábrázolása öntözési szempontból

PÁLFAI IMRE

Öntözési és Rizstermesztési Kutató Intézet, Szarvas

Magyarországon a felszín alatti vizek öntözésére történő szélesebb körű felhasználása 1960-ban kezdődött el. A módszeres kutatás is csak ekkor indult meg. A kutatások elsődleges célja az volt, hogy lehatárolják azokat a területeket, ahol az öntözés számára megfelelő mennyiségű és minőségű víz kitermelése lehetséges. A munkálatok a Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet (VITUKI) irányításával folytak. A munkában részt vettek még a Magyar Állami Földtani Intézet (MÁFI), a területileg illetékes Vízügyi Igazgatóságok és az Öntözési és Rizstermesztési Kutató Intézet (ÖRKI). Az eredmények rövid összefoglalását a VITUKI külön kiadványban tette közzé [8].

A vízminőségi viszonyok feltárását túlnyomó részben a VITUKI [4], két részterületre vonatkozóan pedig az ÖRKI végezte [10, 11]. Jelen tanulmány a déltiszántúli területen 1960—64. években folytatott vizsgálatainkat és azok eredményeit ismerteti. Munkánk célja — az alkalmas vízminőségű területek lehatárolásán túlmenően — az volt, hogy a felszín alatti vizek öntözése szempontjából legfontosabb jellemzőinek területi és mélység szerinti megoszlását, valamint e jellemzők egymás közötti kapcsolatát felderítsük és a megfelelő ábrázolási módok kiválasztásával szemléletessé tegyük.

Az öntözővíz minőségének jellemzésére hazai gyakorlatban az alábbi mutatókat használjuk [3]: 1. Összes oldott sótartalom (mg/l-ben). 2. Nátriumszázalék 3. Anion szerinti típus. 4. Szódatartalom (a fenofltalein lúgos-ságból számolva mg/l-ben). 5. Magnéziumszázalék

Úgy a felszíni, mint felszín alatti vizeink öntözésre való alkalmasságának elbírálása a fenti mutatók és az öntözendő talaj tulajdonságainak figyelembevételével történik. A felszíni vizekről és az öntözendő talajokról — többek között — DARAB tanulmánya [3] ad átfogó képet. Felszín alatti vizeinkről azonban nehezebb világos képet alkotni. Az alábbi munkákból kitűnik, hogy felszín alatti vizeink kémiai összetétele — a horizontális és vertikális irányban is eltérő földtani adottságok és vízmozgási körülmények következtében — sokkal változatosabb, mint a felszíni vizeké; a vízmintavételi lehetőségek pedig érthetően korlátozottabbak. Ezért a néhány éve folyó vizsgálatokból a végleges és teljes kép nem alakítható ki, de a gyakorlati felhasználás szempontjából az eddigi kutatások is értékes eredményekre vezettek.

ARANY [1] már 1937-ben közöl adatokat az Alföld északi részéről származó ázott és fűrt kutak vizének kémiai összetételéről és öntözésre való alkalmasságukat elemzi. RÓNAI [15] 1950-ben induló nagyszabású munkálatai a talajvizek legfelső szintjére terjedtek ki, s így eredményei a csökkenő öntözésnél számbajöhető mélyebb rétegek vizére közvetlenül nem vonatko-

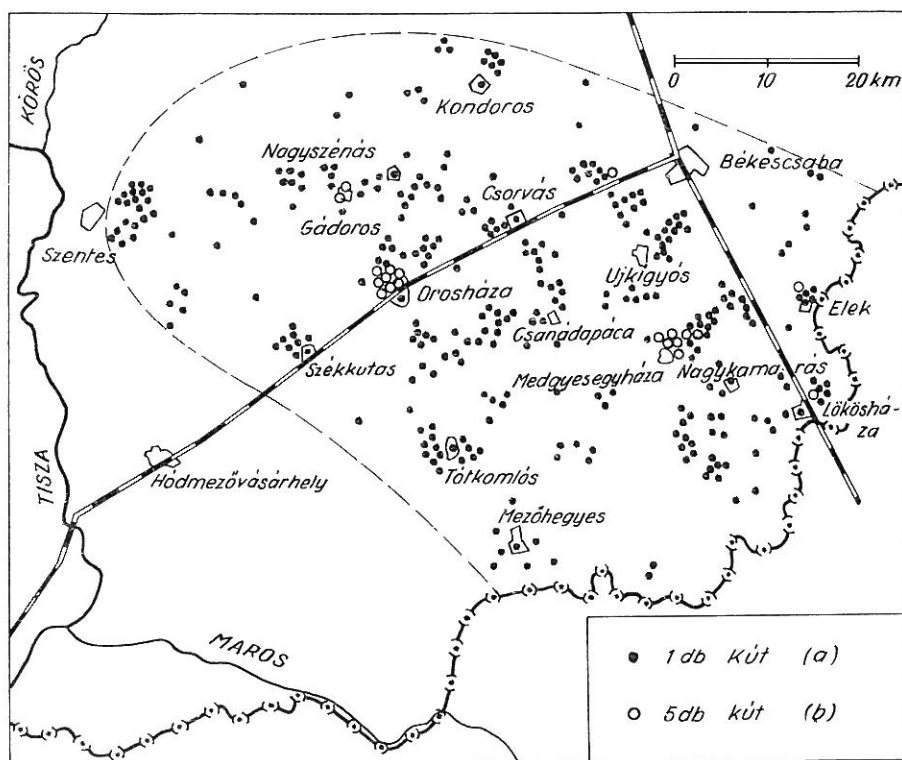
tathatók, mivel — RÓNAI megállapítása szerint is — „a legfelső talajvíz sokkal több oldott só-t tartalmaz, mint a csak néhány méterrel mélyebben áramló vagy a 20–30 m mélyről fakasztott víz” [15]. A VITUKI által 1955–59-ben összeállított hidrokémiai térképek szintén az első vízáadó rétegre vonatkoznak és a talajvizek szulfát tartalmát, keménységét és típusát tüntetik fel [9]. Kifejezetten a csőkutas öntözéssel kapcsolatos szélesebb körű vízminőségi vizsgálatok a bevezetőben említett országos jellegű feltérképezési munka keretében kezdődtek meg. A részeredmények első értékelését ARANY [2] közli. DARAB [4] az ország egyes tájainak felszín alatti vizeiről az előzőekben felsorolt mutatók szerint ad általános jellemzést és javaslatot az öntözéses felhasználásra. Az oldott só-tartalom és a Na% értékeit — pontszerű ábrázolással — térképeken tüntette fel. Az adatok értékelésénél nehézséget jelentett, hogy az esetek jelentős részében csak ásott kutak vizét tudták vizsgálni. A vizsgálatok szerint „az ország talajvizeinek jelentős része alacsony sókoncentrációjú, kalcium-magnézium hidrokarbonát típusú”, de „az átlagos vízminőségtől jelentős eltérések mutatkoznak úgy az összes só-tartalom, mint a sók minőségi összetétele tekintetében. Ezek a változások, részben a talajvíz mozgásával, utánpótlódásának mértékével és forrásaival függnek össze, részben... geológiai okokra vezethetők vissza” [4]. Az országos feltérképezési munka eredményeit összefoglaló tanulmány [8] a vízminőséggel kapcsolatban az öntözésre nem javasolható területeket feltüntető térképet is tartalmaz.

Egyes külföldi országokban a felszín alatti vizek öntözésre való felhasználása nagyobb mértékű és régebbi keletű, mint hazánkban. Éppen ezért e vizek minőségével kapcsolatos vizsgálatok is kiterjedtebbek és rendszeresebbek. Az észak-amerikai Egyesült Államokban a Földtani Szolgálat (Geological Survey) időszakos kiadványokban ad tájékoztatást az egyes vidékek felszín alatti vizeiről és azok minőségét elsősorban öntözési szempontból elemzi. DURUM [5] és RAINWATER [13] beszámolóiban az adatok részletes ábrázolása is megtalálható. RICHARDS [14] a talajvizekről szólva hangsúlyozza, hogy azok összetétele sokkal inkább változó, mint a felszíni vizeké, ezért néhány kút vizsgálati adatait egy adott medence talajvizeire nem lehet általánosítani. PERRY [12] és TRIVEDI [22] tanulmánya Ausztrália, illetve India egy-egy öntözési körzetének felszín alatti vizeit tárgyalja és adatokat közöl a vizek minőségére és felhasználási lehetőségeire vonatkozóan.

A vizsgálati terület és a vizsgálati módszerek leírása

A vizsgálati terület határait az 1. ábra tünteti fel. A földtani adatok szerint [15, 17] lényegében ezen a részen találhatók meg az ősi Maros törmelék-kúpjának azok a rétegei, melyek kis mélységűek, kellő vastagságuk és főként megfelelő szemcseösszetételük következtében a csőkutas öntözés bevezetésénél számításba jöhetnek. Az öntözési célból készült csőkutak elterjedése is erre a területre korlátozódik. A vízáadóképeségi és vízutánpótlódási viszonyok azonban csak a terület DK-i részén teszik lehetővé a nagyobb teljesítményű kutak készítését és jelentősebb öntözőtelepek berendezését [7], a vizek minőségének vizsgálata tehát ezen a területrészen a legfontosabb. A vízáadóképeség szempontjából legalkalmasabb homok, illetve kavicsos-homok rétegek általában 8–30 m mélység között helyezkednek el, vastagságuk 2–10 m. E rétegek nem egyenletesen hálózák be a területet, hanem legyezőszerűen szétterülve, víz-

szintes és magassági értelemben is igen változatos formációt eredményezve. Viszonylag legegységesebb a vizsgálati terület DK-i része. Mint említettük, itt a legkedvezőbbek a víznyerési viszonyok is. E területrész durvaszemű homokból, illetve kavicsos-homokból álló víztartó rétegei az Alföld belseje felé haladva egyre finomabb szemcseösszetételűekké válnak, vastagságuk is kisebb lesz és gyakran csak nagyobb mélységben találhatók meg. Az egyes víztartó rétegek vízzáró, vagy a vizet alig áteresztő rétegekkel váltakoznak. Ennek következtében különböző szintű vizekről beszélhetünk, de ezek mégsem választhatók el tisztán egymástól, mivel a vízrekesztő rétegek nagyobb területen nem összefüggőek, azaz a különböző emeletek vizei egymással összekötte-



1. ábra

A vizsgálati terület a mintavételi helyek feltüntetésével

tésben vannak [15]. A vizsgálati területen a felszín alatti vizek utánpótlódását befolyásoló jelentősebb felszíni vízfolyás nincs.

A vízminták zömét a 8—30 m mélységű rétegekre települt kutakból gyűjtöttük be. Mintát vettünk a kisebb (6—8 m) mélységű és néhány nagyobb (30—80 m) mélységű kútból is. A mintavételek során feljegyeztük a kút pontos helyét, számát, mélységét és a víz felhasználási körülményeit. Egy kútból általában csak egyszer vettünk vízmintát, néhány kútból azonban több alkalommal is. Összesen 363 kút 409 vízmintáját vizsgáltuk meg. A vízvizsgálatok az alábbi módszerek szerint történtek:

pH: elektromos pH-mérővel, Lúgosság: acidimetrián, Karbonát keménység: lúgosságból számolva, Összes keménység: komplexometrián. Kalcium: komplexometrián, Magnézium: összes keménységből és kalciumból számolva, Nátrium: lángfotométerrel, Kálium: lángfotométerrel, Karbonát (fenoltalein lúgosság): acidimetrián, Hidrokarbonát: lúgosságból számolva, Klorid: argentometrián, Szulfát: gravimetrián, Összes oldott sótartalom: 2x100 ml vízminta bepárlásával.

Felhasználtuk más intézmények — elsősorban az Alsótiszavidéki Vízügyi Igazgatóság — területünkre vonatkozó néhány adatát is [20]. A kutak területi elhelyezkedését az 1. ábra tünteti fel.

Az eredmények ismertetése

Összes oldott sótartalom

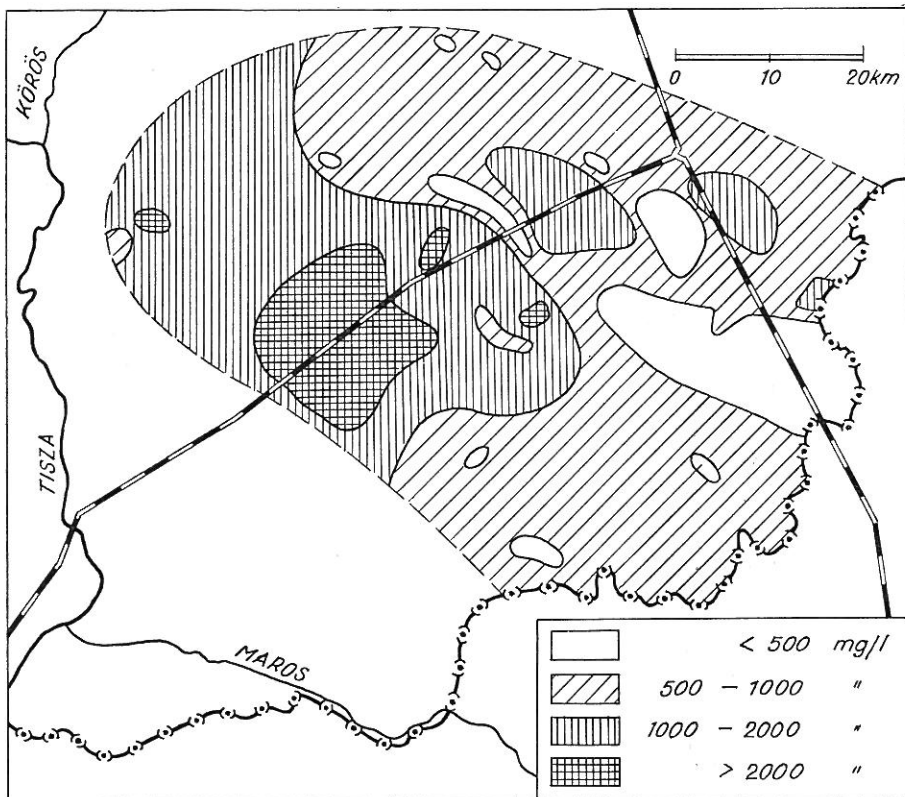
A vizsgált vizek összes oldott sótartalma 233—5612 mg/l között változik. A sótartalom területi megoszlását a 2. ábra szemlélteti. A mintavételi helyek kellő sűrűsége lehetővé tette az izometrikus vonalakkal történő ábrázolást, mely — egy ilyen jellegű vizsgálatnál — az adatok területi megoszlásának szemléltetésére a legalkalmasabb ábrázolási mód, bár a feldolgozás részletessége és megbízhatósága a kutak egyenlőtlen területi megoszlása következtében nem lehet mindenütt azonos mértékű. A térképet a 8—30 m mélységű kutak adatai alapján szerkesztettük, mivel az öntözés számára vízmennyiségi szempontból elsősorban ezek jöhetnek számításba, másrészt a nagyobb mélységű kutak vízei lényegesen eltérő értékeket mutatnak és ezért külön elbírálás alá esnek. Kivételt csak Újkígyós környéke képez, ahol az első bővebb vízű réteget 30—50 m-nél érik el a kutak, tehát ezek adatait kellett felhasználnunk. A sótartalom feltüntetett értékhatárait egyrészt ábrázolási szempontból választottuk, másrészt ezen értékek a víz öntözésre való alkalmasságának megítélésében is segítenek.

Az egyes kategóriák területi kiterjedése a 2. ábra alapján a következő:

I.	<500 mg/l	463 km ²	12%
II.	500—1000 mg/l	1454 km ²	40%
III.	1000—2000 mg/l	1455 km ²	40%
IV.	>2000 mg/l	298 km ²	8%
Összesen:		3670 km ²	100%

A területi megoszlás képét tanulmányozva megállapítható, hogy az országhatártól kb. DK—ÉNy irányban az Alföld belseje felé haladva az oldott sótartalom általában növekvő értéket mutat. De e mellett megfigyelhető az értékeknek egy harántirányú (DNY—ÉK) váltakozása is. A sótartalom ilyen területi megoszlása a vízföldtani viszonyokkal magyarázható. Az országhatártól az Alföld belseje felé áramló víz a megtett út során egyre több ásványi anyagot old ki azokból a rétegekből, amelyeken áthalad. Mivel e rétegek a fenti irányban egyre finomabb szemcseösszetételűek, csökken a víz áramlási sebessége, nagyobb a fajlagos oldási felület, valamint — a kavicsos rétegekkel szemben — a vízdoldható ásványok is nagyobb arányban vannak jelen. Mindezek a sótartalom fenti változását eredményezik. A harántirányú váltakozás pedig annak következménye, hogy a víztartó rétegek nem egyenletesen, hanem

legvezőszerűen szétterülve hálózák be a területet. A legkisebb sótartalmú vizek legnagyobb kiterjedésben a terület DK-i részén, Lökösháza—Nagykamarás—Medgyesegyháza térségben találhatók. Itt a vízáadó rétegek nagy szem nagyságú homokból vagy kavicsos homokból állnak, s ezen a területen legkedvezőbbek a vízutánpótlódási körülmények is.



2. ábra

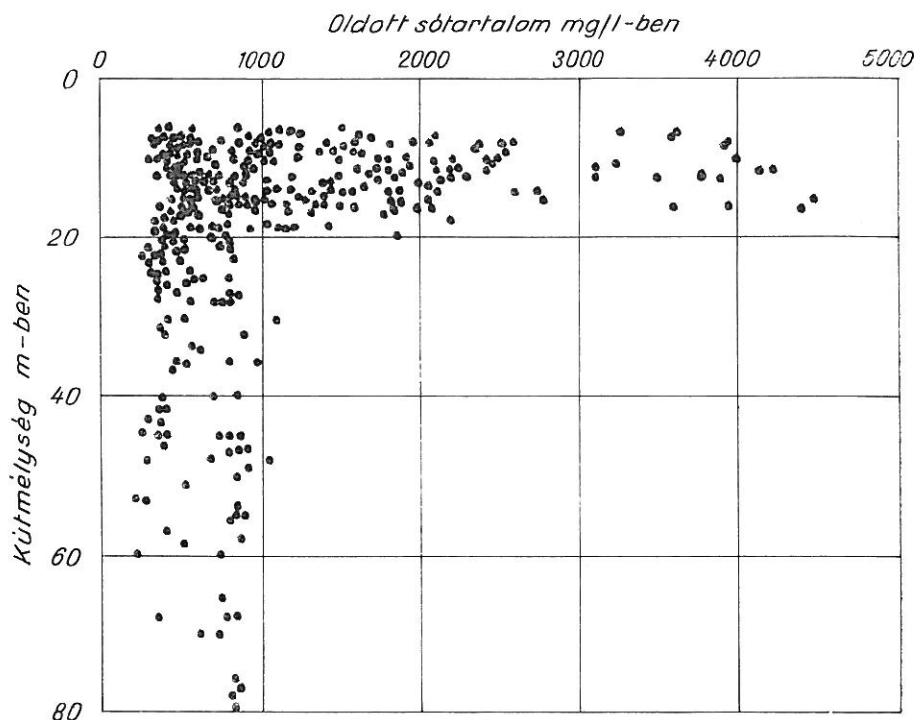
Az oldott sótartalom területi megoszlása (8–30 m mélységű kutak adatai alapján)

A sótartalom kialakulásában azonban a vízföldtani viszonyokon kívül feltehetően szerepet játszanak a felszíni képződmények is. RÓNAI [15] térképe szerint vizsgálati területünk keleti felét vékony felszíni löszréteg, nyugati felét vastag pleisztocén lösz borítja, melyekbe Lökösháza—Csorvás—Nagy-szénás—Gádoros vonalában óholocén futóhomok ékelődik be. Az utóbbi területsáv alatt található alacsony sótartalmú vizek (2. ábra) a helyi csapadék bejutását és hígító hatását jelzik.

Az egyes talajtípusok Szűcs [21] által közölt elterjedése és a vizsgált vizek oldott sótartalma között szorosabb összefüggés — akárcsak SZABOLCS [19] más területeken végzett vizsgálatainál — nem tapasztalható, bár az Oros-házától nyugatra eső rész mélyben sós csernozjom talajainak sótartalom növelő hatása feltételezhető, de a vízföldtani körülmények hasonló értelmű és jelentősebb szerepe miatt nem mutatható ki. A szikes területeken viszont

igen magas a vizek sótartalma. Például az Orosháza és Székutas közötti szikesek alatt a 10–12 m mélyről származó vizek oldott sótartalma 3000–5000 mg/l.

A legfelső talajvizekkel való kapcsolat — RÓNAI [15] vizsgálatait figyelembe véve — szintén fennáll. A területi változás jellege az általunk vizsgált vizekéhez hasonló: „Az ásványosodás foka a peremektől az Alföld belseje felé nő”. A sótartalom értékei azonban magasabbak: „A dél-tiszántúli talajvíz első szembetűnő jellemvonása a magas sótartalom. Alig van egy-két kis területfolt, ahol az összes oldott anyag súlya 1000 mg/l-nél kevesebb . . . 3–4–5 ezer mg oldott anyag van literenként a talajvízben, egy-két helyen pedig a



3. ábra

Az oldott sótartalom értékei a kútmélység függvényében ábrázolva

10 000 mg-ot is eléri” [15]. A felszínközeli — általában 4–5 m mélységű ásott kutakból származó — talajvizek vizsgálati adatai tehát nem vonatkoztathatók a mélyebb rétegekből táplálkozó csőkutak vizére. „A mélyebbről vett víz azért is tisztább, kevésbé ásványos oldat, mert mélyebben az igazi víztartó durvább homokot csapoljuk meg, míg a legfelső talajvíz gyakran olyan réteg vize, amelyet mélyebben, mint vízrekesztőt harántolunk át” [15]. Kivételt csak azok a területek képeznek, ahol a legfelső talajvíz alacsony sótartalmú (pl. Lökösházán 500 mg/l körüli). Ez esetben a különbségek kisebb jelentőségűek.

Az oldott sótartalom értékeit az eddigiek során a 8–30 m mélységű kutak vizsgálati adatai alapján mutattuk be. A 6–8 m mélységű kutak vize

ezeztől csak helyenként mutat eltérést, a 30—80 m mélységű kutak vizében azonban jelentősen alacsonyabb a sótartalom (233—1100 mg/l). Egy adott helyen mindig a mélyebb rétegek adják a kisebb sótartalmú vizet. Az Alföld belseje felé történő koncentráció-növekedés a mélyebb kutak vizénél is megfigyelhető, de a különbségek kisebbek. A vizsgálati terület DK-i részén 233—500 mg/l, Orosházán 750—1100 mg/l közötti e kutak vizének sótartalma. Az összetartozó kútmélység és sótartalom értékeket a 3. ábrán tüntettük fel. Mint látható, 20 m-ig a sótartalom igen tág határok között változik, a 20 m-nél mélyebb kutaknál azonban kisebb a szóródás és jóval kisebbek az előforduló értékek.

Felszín alatti vizeink ásványosodási fokának a mélységtől függő változására először RÓNAI [15] hívja fel a figyelmet, s legdöntőbb magyarázatként a bepárlódást és a felszínről való szennyeződést tekinti. Az egymást követő víztartók vizének javulására adatokat is közöl [16]. A sótartalomnak a kútmélységgel való csökkenését — éppen a csökutas öntözéssel kapcsolatos vizsgálatok során — más területeken is megfigyelték [6, 11]. Egyes külföldi beszámolók megállapításai, illetve adatai is hasonló képet mutatnak [5, 14, 22].

DARAB [4] vizsgálatai szerint a különböző kútmélységeknél (ami a 20—25 métert ritkán haladta meg) a vizek minősége lényegesen nem változott. Különleges vízföldtani körülmények esetén az is előfordulhat, hogy a mélyebb rétegek adnak nagyobb sókoncentrációjú vizet [12, 15].

Nátriumszázalék

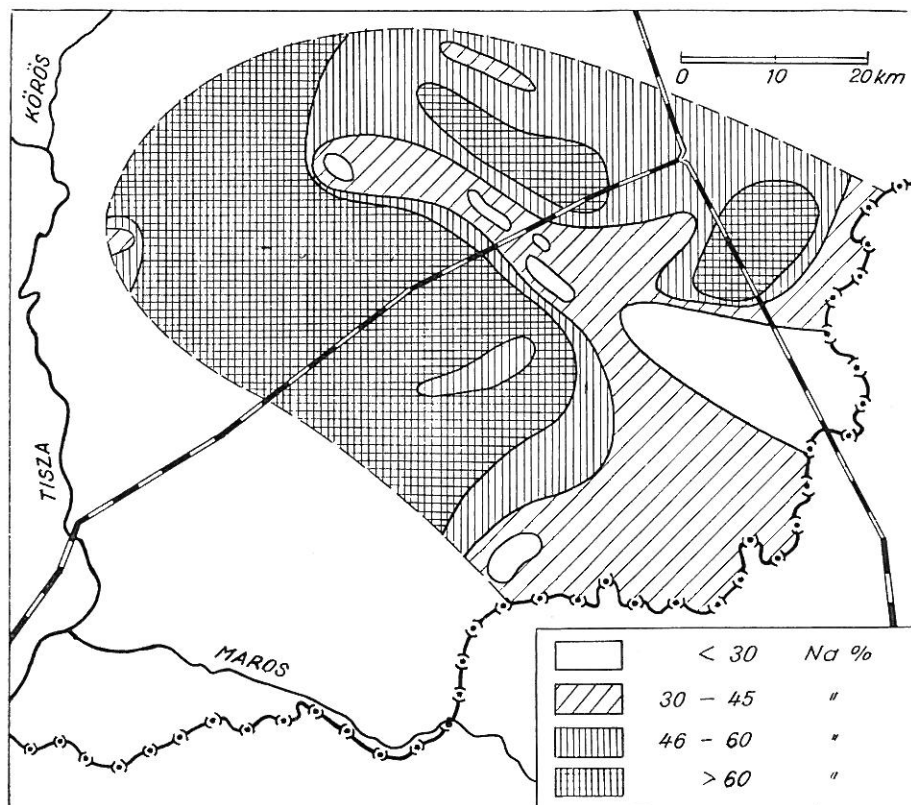
A nátriumszázalék értékei 8—91 között változnak. A területi megoszlást a 4. ábra szemlélteti. Az ábrázolási szempontok az oldott sótartalom tárgyalásánál leírtakhoz hasonlóak. A választott értékhatárok és az egyes kategóriák területi kiterjedése az alábbi:

1.	<30 Na%	270 km ²	7%
2.	30—45 Na%	946 km ²	26%
3.	46—60 Na%	946 km ²	26%
4.	>60 Na%	1508 km ²	41%
Összesen:		3670 km ²	100%

A területi megoszlás képe hasonlít az oldott sótartalom ismertett megoszlásához, azaz az értékek DK—ÉNy-i irányú növekedése és DNy—ÉK-i irányú váltakozása figyelhető meg. A 2. és 4. ábra hasonlósága az 5. ábrán is kifejeződik, mely szerint a sótartalom növekedésével általában a Na% is növekszik. Mint az előzőekben láttuk, a magasabb sótartalmú vizek a finomabb szemcseösszetételű rétegekben és a vízutánpótlási forrástól távolieső területeken találhatók. A Na% növekedésének is egyrészt a finomabb szemcsenagyság az oka, melyben nagyobb arányú a nátriumtartalmú ásványok előfordulása, másrészt DURUM [5] szerint is — az áramló víz és a nátriumtartalmú anyagokat tartalmazó vízvezető rétegek közötti kationkieserclődés játszódik le, a Ca^{2+} és Mg^{2+} ionok Na^{+} -ra cserélődnek ki, azaz a víz nátriumszázaléka megnő. Az egyes kationoknak az oldott sótartalomtól függő változását — az átlagértékeket mutatva — a 6. ábra tünteti fel. Látható, hogy az oldott sótartalom növekedésével rohamosan nő a Na-ionok mennyisége, míg a Ca- és Mg-ionok csak mérsékelten és közel egyforma arányban növekszenek. SZABOLCS [18] a déltiszántúli talajvizek elemzési adatai alapján fentiekkel egyezést

mutató ábrát szerkesztett, melyen az egyes ionok ilyen megoszlása a nagyobb sótartalom-tartományban is megfigyelhető. DARAB [4] vizsgálata a Duna—Tisza-közi Hátság és a Duna közötti területen mutatnak hasonló eredményt.

A szikes területek és az alattuk levő vizek közötti említett kapcsolatot a víz magas nátriumszázaléka is tükrözi. Az Orosháza és Székkutas közötti szikes terület csőkútjaiban a víz nátriumszázaléka 60–80% között változik.



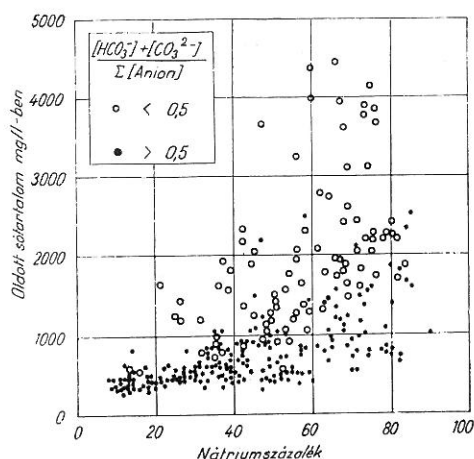
4. ábra

A vizek nátriumszázalékának területi megoszlása (8–30 m mély kutak adatai alapján)

A vizsgálati terület legfelső szintű talajvízeinek nátriumszázaléka RÓNAI [15] adatai alapján általában 50–90%, az ország többi tájaihoz viszonyítva a legmagasabb.

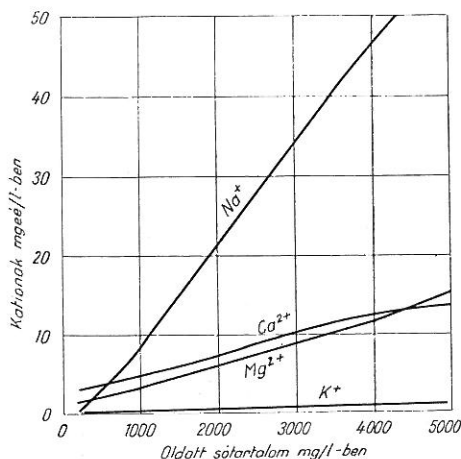
Az oldott sótartalomhoz hasonlóan a vizek nátriumszázaléka is jelentős mértékben változik a vízáadó réteg mélységétől függően, de nem csökken, hanem növekszik. Erre a jelenségre már a vizsgálatokról összeállított első jelentésben [10] felhívtuk a figyelmet. Mivel a Na% értékét az összes oldott sótartalom nagysága is befolyásolja, a Na% és a kútmélység kapcsolatát feltüntető 7. ábrát közel azonos sótartalmú (600–900 mg/l) vizek alapján szerkesztettük. Látható, hogy kisebb kútmélységnél a nátriumszázalék értékei tág határok (12–18%) között változnak, de a 30 m-nél mélyebb kutak esetén már 65–90% közöttiek. Hasonló értelemben növekszik a fentieknél kisebb vagy

nagyobb oldott só tartalmú vizek nátriumszázaléka is, de az előforduló értékek — a só tartalomtól függően — fentiekől eltérőek. A nátriumszázaléknak a kútmélységgel való növekedése a Biharkeresztes környéki vizsgálatainknál [11] is kimutatható volt. ARANY [1] is megállapítja, hogy a mélyebb fúrt kutak igen szikes vizet szolgáltatnak. A külföldi irodalomban DURUM [5] tanulmányában találhatók hasonló megállapítások. A nátriumszázalék növe-



5. ábra

A nátriumszázalék értékei az oldott só tartalom függvényében (a 6–30 m mélységű kutak figyelembe vételével)



6. ábra

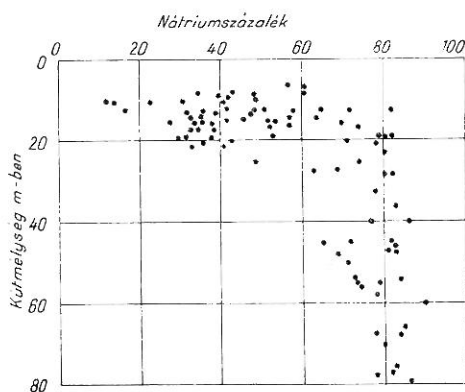
Az oldott só tartalom és a kationok kapcsolata

kedésének okát az említett kationkicserélődési folyamatban látja. A Na% mélység szerinti növekedése szerinte a vizek felülről lefelé történő áramlását igazolja. Ennek ellenére az összes oldott só tartalom — mint láttuk — a felszínközeli rétegekben nagyobb, melynek oka a nagy fokú bepárlódás.

Anion szerinti típus

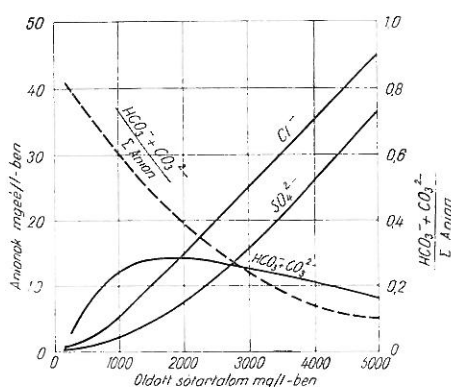
Az anion szerinti típus azt fejezi ki, hogy a legjelentősebb anionok (HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^-) milyen arányban vannak jelen a vízben. Öntözésre használt felszíni vizeink főbb anion szerinti típusait DARAB [3] állapította meg. Ezek a következők: hidrokarbonátos, hidrokarbonát-szulfátos, szulfát-hidrokarbonátos, hidrokarbonát-klorid-szulfátos. DARAB az egyes típusokat jellemző anion-arányok számszerű határértékeire táblázatot is közöl. A felszín alatti vizek azonban — kémiai összetételük nagyobb változatossága miatt — a fenti négy típusba nem sorolhatók be. RÓNAI [16] egyszerűen a legnagyobb súlyarányval szereplő anion (és kation) alapján nevezi el a vizeket, de feltüntetett ún. „vegyes típus”-t, is, amelynél a különböző alkotórészek közel egyforma arányban találhatók meg. A SZEBELLÉDY-né által összeállított talajvízminőségi térképeken [9] hétféle típus szerepel. Egy-egy típusba azokat a vizeket sorolta, amelyeknél az ionok egvenértékszázaléka meghaladta a 25%-ot. Az egyes típusok a következők: HCO_3 , HCO_3SO_4 , $\text{HCO}_3\text{SO}_4\text{Cl}$, HCO_3Cl , SO_4Cl és Cl . SZÉPFALUSI [20] az öntözési szempontból vizsgált felszín alatti vizek típusainak megállapításánál részben a DARAB-féle típusokat használja, de azokat újabbakkal is kiegészíti.

A déltiszántúli területre vonatkozó vizsgálati eredményeink alapján megállapítható volt, hogy a felszín alatti vizek kémiai összetételének rendkívüli változatossága miatt a fenti típusokba való besorolás egyértelműen nem végezhető el. Ezért — a minimálisan 25%-os egyenérték-arányból kiindulva — összeállítottunk egy olyan táblázatot, amelyben minden lehetséges variáció szerepel (1. táblázat) és ennek alapján állapítottuk meg a vizek típusát. A SO_4 és Cl típus kivételével minden típus előfordult. A táblázatban feltüntettük az előfordulási gyakoriság sorrendjét is. A HCO_3 -típus a leggyakoribb (a megvizsgált vizek 55%-a ilyen), de jelentős a HCO_3Cl , a ClHCO_3 , a ClSO_4 és a HCO_3SO_4 típusú vízminták száma is. Legritkébbak a III. kategóriájú típusok. Utóbbiak között lényeges különbség nincs, ezért — a sokféle típus csökkentése érdekében — egyöntetűen „vegyes-típus”-úaknak is nevezhetők. Adott esetben a víztípus megállapításához a táblázat használata tulajdonképpen nem is szükséges, mert egyszerűen a 25%-nál nagyobb arányban előforduló anionokat kell nagyságrendi sorrendbe állítani. A táblázatot a lehet-



7. ábra

A nátriumszázalék értékei a kütmélység függvényében ábrázolva (oldott só-tartalom 600–900 mg/l)



8. ábra

Az oldott só-tartalom és az anionok kapcsolata

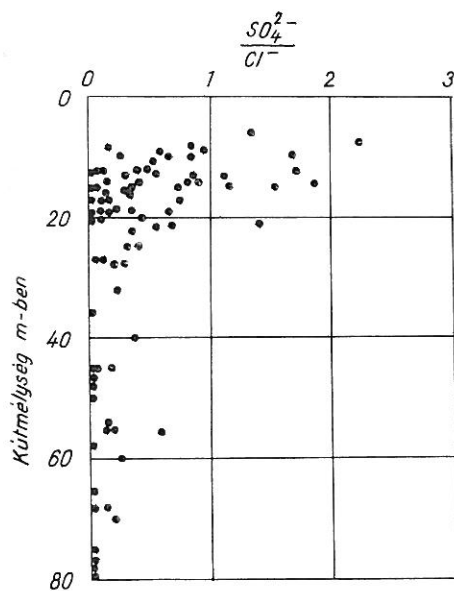
séges értékhatárok bemutatása miatt közöltük. Mint látható, a III. kategóriájú típusoknál az egyes anionarányok csak igen szűk értékhatárok között változhatnak, ritka előfordulásuk elsősorban ennek tulajdonítható.

A víztípusok kialakulását sok körülmény és számos kémiai folyamat befolyásolja, melyek részletes vizsgálata messze vezetne. Néhány összefüggést azonban bemutatunk. Szembetűnő az egyes anionoknak az oldott só-tartalomtól függő változása (8. ábra). A klorid és szulfát-ionok egyre növekvő értékeivel szemben a hidrokarbonátok 2000 mg/l összes só-tartalom fölött már csökkenő értékűek. Lényegében hasonló képet mutatnak SZABOLCS idézett munkájában [18] közölt ábrák is. A dél-tiszántúli talajvizek legfelső szintjében azonban — a 10–30 m mélységű víztartó szintekre vonatkozó vizsgálati eredményeinkkel ellentétben — általában a szulfát-ionok uralkodnak a kloriddal szemben. [9, 15, 18]. Ez a különbség feltehetően a vízutánpótlódási és bepárlódási folyamatok következménye. RAINWATER [13] is megállapítja, hogy a talajvíz szulfáttartalma annál nagyobb, minél közelebb van a talajvíz a fel-

színhez. A 30—80 m mélységű kutak vizében a SO_4/Cl^- arány további csökkenése figyelhető meg (9. ábra). Egyes mélyebb kutak vizében a szulfát csak nyomokban mutatható ki. DARAB [4] vizsgálatai a Duna—Tisza közti Hátság és a Duna közötti területen mutatnak a 8. ábrához hasonló képet, míg más területen a HCO_3^- ionok uralkodó jellege a nagyobb sótartalmaknál is megmarad.

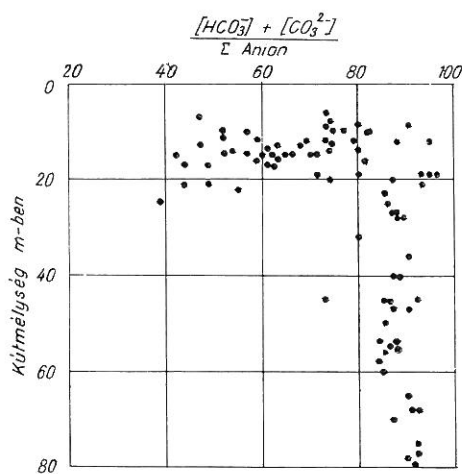
A hidrokarbonátoknak az összes anionokhoz viszonyított aránya szintén változik a kútmélység függvényében. Mivel a 8. ábra szerint ezt az arányt az összes oldott sótartalom is jelentősen befolyásolja, a 10. ábrát közel azonos sótartalmú (600—900 mg/l) vizek adatai alapján szerkesztettük. A hidrokarbonátok mélység szerinti növekedése a $\text{Na}\%$ hasonló változásával van összefüggésben. Ha az összes vizsgálati adatokat vesszük figyelembe, megállapítható, hogy a 30 m-nél mélyebb kutakból származó vizek 95%-a HCO_3^- típusú.

Az egyes anionoknak az oldott sótartalomtól függő megoszlása természetesen a különböző víztípusok elterjedésében is kifejeződik. Az oldott sótarta-



9. ábra

A szulfát-klorid arány mélység szerinti változása (oldott sótartalom: 600—900 mg/l)



10. ábra

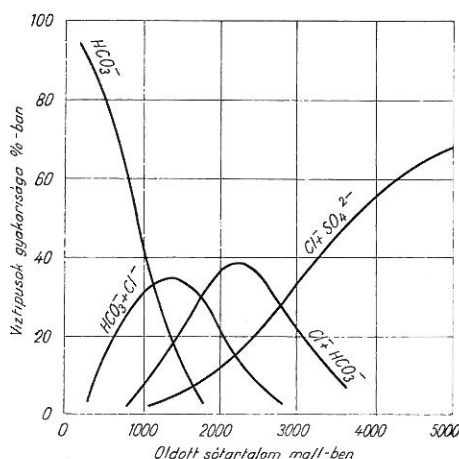
A hidrokarbonát-arány mélység szerinti változása (oldott sótartalom: 600—900 mg/l)

lom növekedésével csökken a hidrokarbonát típusok száma és előtérbe kerülnek a kloridot és szulfátot is jelző típusok. A vizsgált vizek leggyakoribb víztípusainak az oldott sótartalomtól függő előfordulási gyakoriságát a 11. ábra tünteti fel. Például az 500 mg/l körüli oldott só tartalmú vizek 80%-a HCO_3^- , 15%-a HCO_3Cl , 5%-a pedig egvb típusú. Az előforduló típusok legnagyobb változatossága 1000—2000 mg/l között figyelhető meg.

A sokféle víztípus térképszerű ábrázolása ilyen méretarányban áttekinthető képet nem ad. A területi megoszlásra az oldott sótartalom értékeit ábrázoló 2. ábra és a víztípusok sótartalomtól függő gyakoriságát feltüntető 11. ábra összevetéséből következtethetünk. A terület DK-i részén — kb. az

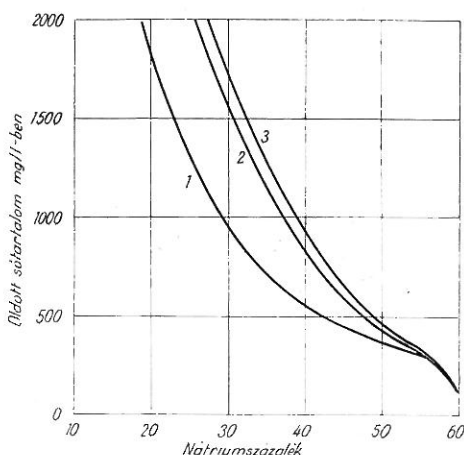
1000 mg/l-es vonalig — a HCO_3 típusú vizek a legelterjedtebbek, ettől nyugatra azonban már csak elvétve fordulnak elő. A szulfát és klorid ionok közül — mint a bemutatott ábrákból és a típusok előfordulási sorrendjéből (1. táblázat) kitűnik — általában a kloridok vannak túlsúlyban. A szulfátok nagyobb aránya az oldott sótartalom tárgyalásánál említett Lökösháza—Csorvás—Nagyszénás—Gádosor irányában húzódó területsáv alatti vizekben található, ahol a helyi csapadék közvetlenül is szerepet játszik a vízutánpótlódásban. Ez a megfigyelés összhangban van a szulfát—klorid arány említett mélység szerinti változásával, azaz az utánpótlódási helytől távolodva a kloridok kerülnek előtérbe a szulfáttal szemben.

A kation szerinti víztípust öntözővizeknél nem szükséges megadni, mivel a $\text{Na}\%$ és a $\text{Mg}\%$ értékeiben a kationok aránya kifejeződik.



11. ábra

Néhány víztípus előfordulási gyakorisága az oldott sótartalom különböző értékeinél



12. ábra

Vízminősítési grafikon. (1) HCO_4 típus, (2) HCO_3Cl és HCO_3SO_4 típus, (3) egyéb típusok

Magnéziumszázalék

A vizsgált vizek magnéziumszázaléka 10–90% között változik. A 20%-nál kisebb és a 75%-nál nagyobb értékek azonban ritkán fordulnak elő. A $\text{Mg}\%$ területi és mélység szerinti megoszlása, valamint a többi mutatóval való összehasonlítása határozott kapcsolatot nem mutat, bár a nagyon szóródó adatok átlagértékeinek bizonyos fokú növekedése tapasztalható az oldott sótartalom, a kútmélység és a $\text{Na}\%$ növekedésével párhuzamosan. Utóbbival kapcsolatban annyi számszerűleg is megállapítható, hogy 20%-nál kisebb $\text{Na}\%$ esetén a magnéziumszázalék 50% alatt marad. Irodalmi adatok szerint az igen magas sótartalmú vizekben általában több a Mg^{2+} , mint a Ca^{2+} [15, 18], a magas $\text{Na}\%$ pedig szintén magas $\text{Mg}\%$ -kal párosul [1].

Szódatartalom

A vizsgált vizeknek közel 10%-a mutatott jelentősebb fenolftalein lúgos-ságot, amelyből a számított szódatartalom 10–60 mg/l közötti. E vizek ná-

1. táblázat
Anion szerinti víztípusok

	$\frac{\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}}{\Sigma \text{ Anion}}$	$\frac{\text{SO}_4^{2-}}{\Sigma \text{ Anion}}$	$\frac{\text{Cl}^-}{\Sigma \text{ Anion}}$	(1)	Előfordulási	
	mgéél/l : mgéél/l			Típus	(2) sorrend	(3) arány
I.	0,50 —1,00 0,00 —0,25 0,00 —0,25	0,00 —0,25 0,50 —1,00 0,00 —0,25	0,00 —0,25 0,00 —0,25 0,50 —1,00	HCO ₃ SO ₄ Cl	1 — —	55%
II.	0,375—0,75 0,25 —0,50 0,375—0,75 0,25 —0,50 0,00 —0,25 0,00 —0,25	0,25 —0,50 0,375—0,75 0,00 —0,25 0,00 —0,25 0,375—0,75 0,25 —0,50	0,00 —0,25 0,00 —0,25 0,25 —0,50 0,375—0,75 0,25 —0,50 0,375—0,75	HCO ₃ SO ₄ SO ₄ HCO ₃ HCO ₃ Cl ClHCO ₃ SO ₄ Cl ClSO ₄	5 6 2 3 8 4	40%
III.	0,333—0,50 0,25 —0,333 0,333—0,50 0,25 —0,333 0,25 —0,375 0,25 —0,375	0,25 —0,375 0,25 —0,375 0,25 —0,333 0,333—0,50 0,333—0,50 0,25 —0,333	0,25 —0,333 0,333—0,50 0,25 —0,375 0,25 —0,375 0,25 —0,333 0,333—0,50	HCO ₃ SO ₄ Cl ClSO ₄ HCO ₃ HCO ₃ ClSO ₄ SO ₄ ClHCO ₃ SO ₄ HCO ₃ Cl ClHCO ₃ SO ₄	11 10 7 12 13 9	5%

riumszázaléka érthetően magas, 70—80%. Néhány kisebb Na%-ú vízben kimutatott jelentéktelen CO₃ tartalom a hidrokarbonátok elbomlásának tulajdonítható és — DARAB [4] megfigyelései szerint — a kút tartós üzemeltetése esetén eltűnik.

Vizelemzési adatok

Az elmondottak alátámasztására a 2. táblázatban bemutatjuk néhány vízminta vizsgálati adatait. A táblázatban a 6—30 m mélységű és túlnyomó részben öntözési célból készült kutak adatai szerepelnek, melyeket úgy válogattunk össze, hogy az adott hely átlagos viszonyait tükrözzék.

Itt jegyezzük meg, hogy néhány kútból az évek folyamán több alkalommal is vettünk vízmintát, az eredményekben azonban lényeges különbség nem tapasztalható. Egyes kutaknak a 24 órás próbaszivattyúzás során vett vízmintái között is csak jelentéktelen eltérések voltak. A karbonáttartalom említett csökkenésén kívül DARAB [4] vizsgálatai sem mutatnak ki a tartós szivattyúzásnak tulajdonítható lényeges minőségbeli változást.

A vizek minősítése

A vizek öntözésre való alkalmasságának elbírálása az előzőekben tárgyalt mutatók és az öntözendő talaj tulajdonságainak figyelembevételével történik. A minősítést a DARAB-féle vízminősítési grafikonból kiindulva végeztük, mely a talajoldatokban megengedhető sókoncentráció és nátriumszázalék értékét a víz anion szerinti típusától függően adja meg, 5 és 15 S%-ú talajokra vonatkozóan [3]. A talajoldat és az öntözővíz minősége közötti eltérést pedig a talaj vízgazdálkodási sajátosságaitól függően 1—1,5—2-es szorzóval javasolja figyelembe venni. A vizsgálati területünkön a DARAB [4] által szerkesztett térkép szerint — a szikes foltok kivételével — „jó vízbefogadóképességű jó víz-

2. táblázat
Néhány dél-tiszántúli csőkút öntözővíz-vizsgálati eredménye

(1) Sor- szám	(2) A kút helye és száma	(3) Kút- mély- ség m	(4) mg ℓ /l							(4) Oldott só- tartalom mg/l	Na% Mg%	(5) Típus	
			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻				SO ₄ ²⁻
1.	Lökősháza VITUKI — 3.	21,8	4,12	0,96	0,61	0,10	—	5,80	0,40	0,26	11	19	HCO ₃
2.	Lökősháza Á. G. 7.	21,5	3,96	2,56	0,78	0,10	—	6,00	0,50	1,49	11	39	HCO ₃
3.	Almáskamarás Sallai MTSz 1.	11	3,00	352,	4,41	0,32	—	8,60	2,00	0,61	39	54	HCO ₃
3.	Nagykamarás Sagyári MTSz 1.	21	4,40	2,96	1,65	0,27	—	6,20	1,80	0,88	18	40	HCO ₃
5.	Medgyesegyháza Aranykalász MTSz 11.	9	3,88	3,08	1,13	0,17	—	5,80	1,50	0,86	14	44	HCO ₃
6.	Lökősháza Szikra MTSz 2.	9	4,53	3,00	2,70	0,11	—	8,00	1,10	1,01	26	40	HCO ₃
7.	Szabadkígyós Tungazd. 6.	20	3,16	2,72	5,48	0,29	—	9,60	3,00	0,15	47	47	HCO ₃
8.	Csorvás Kossuth MTSz 2.	12	2,40	3,48	2,26	0,21	—	6,20	0,60	1,36	27	59	HCO ₃
9.	Csorvás Á. G. 1.	9	2,04	2,92	2,37	0,36	—	7,20	1,30	0,07	31	59	HCO ₃
10.	Gerendás Petőfi MTSz 3.	17	3,40	3,00	2,96	0,11	—	6,60	1,20	1,08	31	47	HCO ₃
11.	Gádoros Dózsa MTSz 3.	13,4	1,56	5,92	2,52	0,16	0,32	6,60	1,10	0,99	25	79	HCO ₃

12.	Medgyesegyháza Béke MTSz 2.	7	5,76	1,88	1,06	0,41	—	5,20	2,00	1,57	473	12	25	HCO ₃
13.	Kevermes Petőfi MTSz 1.	11	3,20	4,61	4,80	0,26	—	8,80	3,20	0,71	489	37	59	HCO ₃ Cl
14.	Bánkút Á. G. 4.	9,4	3,88	4,76	3,73	0,16	—	8,00	1,90	2,76	510	30	55	HCO ₃
15.	Magyarbányhegyes Dózsa MTSz 2.	14	3,04	1,04	5,44	0,18	—	6,80	2,30	0,74	530	56	26	HCO ₃
16.	Pusztatottlaka Egyetértés MTSz 1.	10	2,20	5,24	4,96	0,18	—	10,00	1,60	1,12	540	40	71	HCO ₃
17.	Csanádapáca Köztársaság MTSz 4.	9	7,96	2,24	1,96	0,15	—	3,80	4,30	4,02	551	16	22	ClSO ₄ HCO ₃
18.	Bánkút Á. G. 6.	14	4,80	3,44	3,13	0,34	—	8,00	2,80	0,73	582	27	42	HCO ₃
19.	Kisdombegyháza Rákóczi u 64.	25	4,32	2,44	4,25	0,17	—	8,40	3,30	1,07	582	38	36	HCO ₃ Cl
20.	Kondoros Dolgozók MTSz 4.	16	2,37	3,92	2,58	0,10	—	7,00	1,27	0,67	582	29	62	HCO ₃
21.	Gádoros Október 6 u. 6.	13	3,96	4,68	4,35	0,27	—	9,40	3,50	0,17	592	33	54	HCO ₃ Cl
22.	Mezőkovácsháza Petőfi MTSz 2.	25	4,12	3,48	7,62	0,23	—	6,40	7,00	2,88	601	49	46	ClHCO ₃
23.	Csorvás Petőfi MTSz 2.	10,5	3,60	5,48	6,45	0,08	—	7,60	4,60	2,46	700	41	60	HCO ₃ Cl
24.	Nagyszenás Dózsa MTSz 4.	14	3,88	5,12	4,56	0,27	0,32	8,00	2,80	2,59	715	33	57	HCO ₃

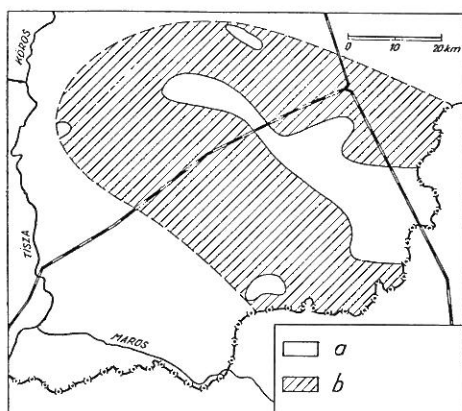
2. táblázat folytatása

(1) Sor- szám	(2) A kút helye (és száma)	(3) Kút- mely- ség m	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	(4) Oldott sótar- talom mg/l	Na ^o %	Mg ^o %	(5) Típus
25.	Telekgerendás A. G. 10.	15	0,96	2,32	8,25	0,28	—	6,40	2,70	3,14	720	70	71	HCO ₃ SO ₄
26.	Tótkomlós Haladász MTSz 2.	28	0,92	1,28	10,40	0,08	0,80	12,00	1,40	0,38	724	82	58	HCO ₃
27.	Szentes Petőfi MTSz 1.	15	6,64	3,24	7,18	0,35	0,24	12,40	4,00	1,26	759	42	33	HCO ₃ Cl
28.	Kétegyháza Búzakalász MTSz 1.	8	3,20	4,53	12,20	0,12	—	14,60	2,70	2,32	860	61	59	HCO ₃
29.	Kaszaper Lenin MTSz 2.	19	5,28	3,80	11,30	0,23	—	10,80	10,70	0,43	1212	55	42	HCO ₃ Cl
30.	Szentes Árpád MTSz 1.	14	5,00	3,61	17,40	0,24	—	13,60	10,00	2,50	1330	66	42	HCO ₃ Cl
31.	Gerendás VITUKI — 10.	16,2	6,92	7,20	10,42	0,36	—	9,20	3,30	12,50	1385	42	51	SO ₄ HCO ₃
32.	Pusztaföldvár Dózsa MTSz 1.	15	6,84	3,24	14,78	0,37	—	8,20	12,30	8,43	1400	58	32	ClSO ₄ HCO ₃
33.	Fábiánsebestyén Kinizi MTSz 1.	13	5,48	4,28	17,40	0,43	—	16,00	4,40	6,46	1412	63	44	HCO ₃
34.	Oroszláza Béke MTSz 6.	14	3,92	5,24	24,78	1,87	—	14,20	13,9	7,52	1502	69	57	HCO ₃ Cl
35.	Elek Lenin TSz 3.	9	7,08	10,44	10,13	0,60	—	10,60	12,0	5,34	1627	36	60	ClHCO ₃

36.	Nagybányai Zalka MTSz 1.	15	6,12	3,42	26,32	0,15	—	8,20	17,00	9,30	1825	72	36	ClSO_4
37.	Szentés Petőfi MTSz 6.	16	9,00	2,64	29,20	0,26	—	17,80	15,60	5,46	2070	71	23	HCO_3Cl
38.	Orosháza Új Élet MTSz 6.	11	6,44	2,11	34,85	0,36	0,32	16,60	21,70	5,62	2420	80	25	ClHCO_3
39.	Orosháza Dózsa MTSz 2.	14	9,32	3,56	23,00	0,68	—	11,20	22,80	3,51	2743	64	28	ClHCO_3
40.	Orosháza Béke MTSz 18.	11	10,88	4,53	45,80	0,58	—	14,20	28,50	19,10	3118	74	29	ClSO_4
41.	Orosháza Béke MTSz 17.	12	11,88	6,56	51,10	0,58	—	12,00	34,20	23,30	3775	73	36	ClSO_4
42.	Székkutas A. G. 5.	12	5,62	12,69	52,25	0,77	0,16	13,60	20,60	36,58	3912	74	69	SO_3Cl
43.	Székkutas A. G. 3.	11	9,58	10,37	60,02	0,51	—	19,60	19,40	34,83	4150	75	52	$\text{SO}_3\text{HCO}_3\text{Cl}$
44.	Csanádapince Haladás MTSz 1.	16	21,40	12,83	54,81	0,71	—	6,60	54,00	30,04	4407	61	38	ClSO_4
45.	Orosháza Béke MTSz 1.	11	18,83	23,21	49,50	1,45	0,24	7,60	59,80	40,51	5612	53	55	ClSO_4

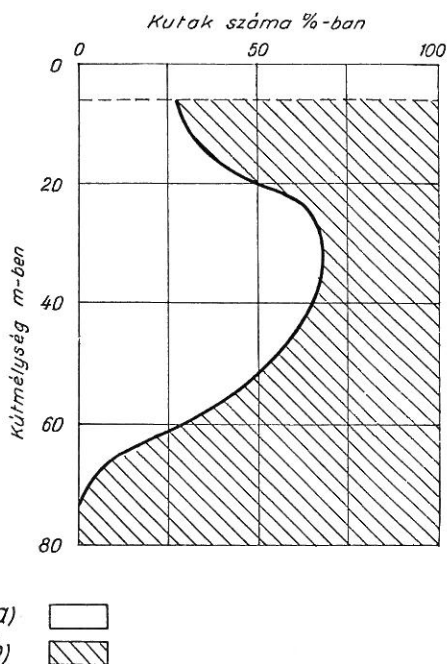
tartó talajok” találhatók, amelyeknél az öntözővíz eredeti sókoncentrációjának 1,5-szeresével kell számolni. A 12. ábrát ennek megfelelően szerkesztettük. Az anion szerinti típusok figyelembevétele elsősorban azért szükséges, mert a szulfát- és klorid-ionokhoz kapcsolódó nátriumionok kisebb mértékben kötődnek meg a talajrészecskék felületén, mint a nátriumhidrokarbonát és nátriumkarbonát nátriumionjai [3]. Ennek értelmében a vizsgált felszín alatti vizek előzőekben bemutatott különböző típusait a 12. ábrán — a DARAB-féle grafikonhoz igazodva — „hidrokarbonátosságuk” mértéke alapján vontuk össze 3 csoportba.

Az oldott sótartalom, a $\text{Na}\%$ és az anion szerinti típus ismeretében a vizek minősítését tehát a 12. ábra alapján végeztük el, de figyelembe vettük az esetleges szódatartalmat is, mely 10 mg/l-nél nagyobb mennyiségben nem engedhető meg [3]. A 2. táblázatban szereplő vízminták közül a 15., a 22. és a



13. ábra

Az öntözésre alkalmas vizek területi megoszlása. (a) öntözésre alkalmas vízminőség, (b) öntözésre nem alkalmas vízminőség



14. ábra

Az öntözésre alkalmas vizek mélység szerinti megoszlása: (a) öntözésre alkalmas vízminőség, (b) öntözésre nem alkalmas vízminőség

25—45. sorszámú minták öntözésre nem alkalmas vizet mutatnak. A vizsgált terület szikes részei nagyobb nátriumszázalékú vízzel is öntözhetőek lennének, de az alattuk található vizek sótartalma a megengedettnél jóval magasabb. A minősítés eredményét, vagyis az öntözésre alkalmas, illetve öntözésre nem alkalmas felszín alatti vízzel rendelkező területek lehatárolását a 13. ábrán adjuk meg. Látható, hogy az alkalmas területek az oldott sótartalom és a nátriumszázalék alacsonyabb értékeinek egymással hasonlóságot mutató területfoltjain vannak. A területi megoszlás: öntözésre alkalmas 816 km², (22%) öntözésre nem alkalmas 2854 km² (78%).

Az alkalmas vizek mélység szerinti megoszlása érdekes képet mutat (14. ábra). A sótartalom csökkenése és a $\text{Na}\%$ növekedése következtében a 25—40 m mélységű kutaknál legnagyobb az alkalmas vizek aránya, míg a 60 m-nél mélyebb kutak nagy része öntözésre alkalmatlan vizet szolgáltat.

Összefoglalás

Dél-Tiszántúlnak a csőkutas öntözésnél számításba jöhető — 3670 km² kiterjedésű — részén 417 csőkút vizsgálati adata alapján megállapítottuk a felszín alatti vizek öntözési szempontból jellemző mutatóinak értékét, azok területi és mélység szerinti megoszlását és egymás közötti kapcsolatát. Az eredményeket különböző térképeken és grafikonokon mutattuk be. A vizsgálatokból levont fontosabb következtetések a következők:

1. A vizek minőségéről az egész területre érvényes általános jellemzést nem lehet adni, mivel a legfontosabb mutatók (oldott sótartalom, Na%, anion szerinti típus) tekintetében területrészenként igen lényeges eltérések tapasztalhatók. A terület DK-i részén a sótartalom és a Na% értéke alacsony, az Alföld belseje felé haladva azonban egyre magasabb értékek fordulnak elő.

2. A kutak mélysége is jelentős szerepet játszik a vizek minőségében. Kb. 20—30 méterig lényeges változás nincs, de a nagyobb mélységű kutakban a sótartalom csökkenése és a Na% növekedése figyelhető meg. Az anionok aránya is megváltozik.

3. A felszínhez legközelebbi — többnyire ásott kutakból származó — talajvizek nagyobb sótartalmúak, mint az öntözésnél számításba jöhető rétegek vize, a különbségek egyes esetekben igen nagyarányúak.

4. A vizek összetétele az oldott sótartalom különböző értékeinél erősen eltérő. Alacsony sótartalom esetén a kationok közül — a mélyebb kutakat nem tekintve — a kalcium és magnézium, az anionok közül a hidrokarbonát van túlsúlyban, magas sótartalomnál pedig a nátrium, illetve a klorid és a szulfát.

5. A vizsgált vizek összetételének nagy változatossága következtében az anion szerinti víztípusok kiegészítése vált szükségessé. A leggyakoribbak a HCO₃, a HCO₃Cl, a Cl HCO₃, a Cl SO₄ és a HCO₃SO₄ típusú vizek.

6. A vizek minősége a tartós szivattyúzás és a több évi megfigyelés során lényegében nem változott.

7. Öntözési felhasználhatóság szempontjából területileg a DK-i rész vizei a legkedvezőbbek, mélység szerint pedig a 25—40 m mélységű kutakból származó vizek.

8. A vizek minőségét döntő módon a geológiai adottságok és a vízutánpótlódás körülményei szabják meg. A durvább szemcsékből álló, illetve az utánpótlási forráshoz közelebb eső rétegek vizei alacsonyabb sótartalmúak, nátriumszázalékuk kisebb. Tehát a csőkutas öntözés szempontjából a kedvező vízmennyiségi és vízminőségi viszonyok szerencsésen találkoznak. A vízminőség mélység szerinti változását az oldódási folyamatokon kívül a párolgás befolyásolja. A legfelső talajrétegek vízminőségre gyakorolt hatása csak a szikes területeken mutatható ki.

Érkezett: 1964. augusztus 30.

Irodalom

- [1] ARANY, S.: Adatok az alföldi kútvezetek kémiai összetételének ismeretéhez. Mezőgazd. Kut. **10**. 107—117. 1937.
- [2] ARANY, S.: A felszínalatti vizek öntözésére való alkalmasságának kérdései. Mérnöki továbbképző Intézet előadássorozataiból. Budapest. 1961.
- [3] DARAB, K.: Talajgenetikai elvek alkalmazása az Alföld öntözésénél. OMMI Genetikus Talajtérképek. Ser. 1. No. 4. Budapest. 1962.

- [4] DARAB, K.: Az ország területén kutakból öntözhető területek talajvizének minőségvizsgálata. VITUKI Zárójelentés. Budapest. 1963.
- [5] DURUM, W. H.: Chemical quality of ground water. U. S. Geol. Survey Water-Supply Paper. 1375, 70—92. 1959.
- [6] FEKETE, I.: A csökutas öntözés Bács megyei tapasztalatai. Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1962.
- [7] LACZKÓ, Á.: A talajvízből való öntözés lehetőségének feltárása a Körös—Maros hordalékkúpon. VITUKI Összefoglaló Jelentés. Budapest. 1962.
- [8] Magyarország talajvízből öntözhető területei. VITUKI Tanulmányok és Kutatási eredmények 13. (Szerk. Major P.) Budapest. 1963.
- [9] Magyarország vízkészlete. IV. Minőségi számbavétel. Felszín alatti vizek. (Első vízadó réteg). VITUKI kiadvány. (Összeállította: Szabellédy L.-né. Budapest 1959.
- [10] PÁLFAI, I.: A déltiszántúli csökutak vizének minősége öntözési szempontból. ÖRKI Összefoglaló Jelentés. Szarvas. 1962.
- [11] PÁLFAI, I.: A Biharkeresztes környéki felszín alatti vizek minősége öntözési szempontból. ÖRKI Összefoglaló Jelentés. Szarvas. 1963.
- [12] PERRY, R. A. & AL.: Preliminary assessment of ground water suitable for irrigation. Div. Land. Res. Reg. Surv. Tech. Pap. No. 21. Melbourne. 1963.
- [13] RAINWATER, F. H.: Chemical quality of the ground water. U. S. Geol. Survey Water-Supply Paper. 1258. 32—43. 1955.
- [14] RICHARDS, L. A.: Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. U. S. Dept. Agr. Handbook. No. 60. Washington. 1954.
- [15] RÓNAI, A.: A magyar medencék talajvize, az országos talajvíztérképező munka eredményei. M. Áll. Földtani Int. Évk. 46. (1) 1956.
- [16] RÓNAI, A.: Az Alföld talajvíztérképe. M. Áll. Földtani Int. Alkalmi kiadványa. Budapest. 1961.
- [17] SÜMEGHY, J.: A Tiszántúl. Magyar tájak földtani leírása. VI. Budapest. 1944.
- [18] SZABOLCS, I.: A vízrendezések és öntözések hatása a tiszántúli talajképződési folyamatokra. Akadémiai Kiadó. Budapest. 1961.
- [19] SZABOLCS, I., VÁRALLYAY, Gy. & DARAB, K.: A talaj és a víz közti kölcsönhatás tanulmányozása a Duna—Tisza közén. Időszerű Önt. Kut. 33—35. 1961.
- [20] SZÉPFALUSI, J.: Alsótiszavidéki Vízügyi Igazgatóság Vízminőségvizsgáló Csoportjának Jelentése. Szeged. 1963.
- [21] SZÜCS, L.: A dél-tiszántúli löszhát talajai, különös tekintettel a csernozjom talajok képződésére. II. Agrokémia és Talajtán. 12. 189—208. 1963.
- [22] TRIVEDI A. M. & VORA, E. C.: Chemical characteristics of ground water in some saline tracts of Gujarat. J. Soil Water Cons. 8. 40—46. 1960.

Exploration of the Qualitative Conditions of the Waters below the Surface in the Southern Part of the Region East of the Tisza and their Representation in Relation to Irrigation

I. PÁLFAI

Research Institute for Irrigation and Rice Growing, Szarvas (Hungary)

Summary

In the 3670 sq. km area of the southern part of the region east of the Tisza river which enters into consideration for irrigation by driven wells, on the grounds of data gained by the examination of 417 driven wells the values of the indices characteristic from the aspect of irrigation of the waters below the surface were established, with their distribution as to area and depth and with their mutual relationships. The results were presented on various maps and diagrams. The main conclusions drawn from these examinations are the following:

1. No general characteristics of the water quality valid for the whole area can be given because very essential differences are found according to part territories concerning the most important indices (dissolved salt content, Na %, types according to anions). On the south eastern part of the area the value of salt contents and Na per cent are low but ever higher values occur when proceeding towards the inner parts of the Great Hungarian Plain (Alföld).

2. Also the depth of the wells plays a significant part in the quality of the waters. There are no essential changes up to about 20 to 30 m but in the wells of greater depth a decrease of the salt contents and an increase of the Na per cent can be observed. Also the proportion of anions undergoes a change.

3. The ground waters next to the surface originating mostly from dug wells are of a higher salt content than the water of the layers entering into calculation in irrigation; the differences are in some cases rather important.

4. The composition of the waters is highly different for various values of the dissolved salt content. In the case of low salt contents from the cations — disregarded the deeper wells — calcium and magnesium while from anions hydrocarbonate and at higher salt contents sodium and/or chloride and sulphate prevails. Thus the sodium per cent and the type according to anions of the water is also a function of the dissolved salt contents.

5. The great variety of the composition of the waters examined made it necessary to supplement the water types according to anions. The most frequent are the waters of the HCO_3 , HCO_3Cl , ClHCO_3 , ClSO_4 and HCO_3SO_4 type.

6. The quality of the waters did not change as a result of pumping for a longer period and in the course of several years of observation.

7. From the aspect of usability for irrigation purposes as to the territory the waters of the south-eastern part are the most favourable, while according to depth the waters originating from wells of 25-40 m depth.

8. The quality of the waters is decisively determined by the given conditions of geology and water supply. The waters of layers of coarser granulation and/or nearer to the source of supply are of lower salt contents with a lesser sodium per cent. Thus from the view-point of driven well irrigation a happy coincidence of favourable water quantity and quality conditions occurs. The alteration of water quality according to depth is influenced beside the solution processes also by evaporation. The effect of the uppermost soil layers on water quality can be demonstrated only in alkali soils.

Fig. 1. The area examined, indicating the sampling spots (a) 1 well, (b) 5 wells.

Fig. 2. Territorial distribution of the dissolved salt content (on the grounds of data referring to wells of 8 to 30 m depth). Values in mg/l.

Fig. 3. The values of dissolved salt content represented as a function of well depth. Abscissa: dissolved salt content in mg/l, ordinate: well depth in m.

Fig. 4. Territorial distribution of the sodium per cent of the waters (on the grounds of data referring to wells of 8 to 30 m depth).

Fig. 5. The values of the sodium per cent as a function of the dissolved salt content (taking into consideration the wells of 6 to 30 m depth). Abscissa: sodium per cent, ordinate: dissolved salt content in mg/l.

Fig. 6. Relationship of dissolved salt contents and cations. Abscissa: dissolved salt content, mg/l, ordinate: cations mg aequ./l.

Fig. 7. The values of sodium content represented as a function of well depth (dissolved salt content 600 to 900 mg/l). Abscissa: Sodium per cent, ordinate: well depth in m.

Fig. 8. Relationship between dissolved salt content and anions. Abscissa dissolved salt content in mg/l, ordinate: anions mg aequ./l.

Fig. 9. The alteration according to depth of the sulphate-chloride ratio (dissolved salt content 600 to 900 mg/l). Ordinate: well depth in m.

Fig. 10. The change according to depth of the hydrocarbonate ratio (dissolved salt content 600 to 900 mg/l). Ordinate: well depth in m.

Fig. 11. The frequency of occurrence of some water types at different values of dissolved salt contents. Abscissa: dissolved salt content mg/l, ordinate: frequency of water types in per cent.

Fig. 12. Water qualification diagram. Abscissa: sodium per cent, ordinate: dissolved salt content in mg/l. (1) HCO_3 type, (2) HCO_3Cl and HCO_3SO_4 types (3) other types.

Fig. 13. Territorial distribution of waters suited for irrigation (a) water quality suited for irrigation, (b) water quality not suited for irrigation.

Fig. 14. Distribution according to depth of waters suited for irrigation. (a) water quality suited for irrigation, (b) water quality not suited for irrigation.

Table 1. Water types according to anions. (1) Type, (2) ranking of occurrence, (3) ratio of occurrence.

Table 2. Results of the examination of irrigation water from some driven wells of the southern part of the region east of the Tisza river. (1) serial number, (2) location and number of well, (3) well depth in m, (4) dissolved salt content in mg/l, (5) type.

Die Erschliessung der qualitativen Verhältnisse der Gewässer unter der Oberfläche im südlichen Teil des Gebietes östlich der Theiss und deren Darstellung vom Standpunkt der Bewässerung

I. PÁLFAI

Forschungsanstalt für Bewässerung und Reisbau, Szarvas (Ungarn)

Zusammenfassung

In jenem Teil von etwa 3670 km² des Südens des Gebietes östlich der Theiss welcher für die Bewässerung mit Rohrbrunnen in Betracht kommt, haben wir auf Grund der Untersuchungsangaben für 417 Rohrbrunnen die Werte der vom Standpunkt der Bewässerung charakteristischen Weiser der Gewässer unter der Oberfläche, deren Verteilung nach Ausdehnung und Tiefe und ihre Beziehungen unter einander festgestellt. Die Resultate wurden auf verschiedenen Mappen und Diagrammen dargestellt. Die aus den Untersuchungen abgeleiteten wichtigeren Folgerungen sollen im Nachstehenden angeführt werden.

1. Über die Beschaffenheit der Gewässer lässt sich keine für das ganze Gebiet gültige allgemeine Charakteristik erteilen, da betreffs der wichtigsten Weiser (gelöster Salzgehalt, Na %, Typen nach Anionen) je nach Gebietsteilen sehr wesentliche Abweichungen festgestellt werden können. Im südöstlichen Teil des Gebietes ist der Salzgehalt sowie der Wert der Na Prozente niedrig, während dem Inneren der Grossen Tiefebene (Alföld) zu immer höhere Werte vorkommen.

2. Auch die Tiefe der Brunnen spielt eine wichtige Rolle in der Qualität der Gewässer. Bis zu einer Tiefe von 20 bis 30 cm ist keine wesentliche Veränderung zu verzeichnen, in den Brunnen von grösserer Tiefe ist jedoch eine Abnahme des Salzgehaltes und eine Zunahme der Na-Prozente zu beobachten. Auch das Anionenverhältnis erfährt eine Veränderung.

3. Die zur Oberfläche am nächsten liegenden Grundwässer — die meistens gegrabenen Brunnen entspringen — sind von höherem Salzgehalt als das Wasser der für die Bewässerung in Frage kommenden Schichten; die Unterschiede sind in einzelnen Fällen von grossem Ausmass.

4. Die Zusammensetzung der Gewässer ist bei den verschiedenen Werten des gelösten Salzgehaltes stark abweichend. Im Falle eines niedrigen Salzgehaltes sind von den Kationen — die tieferen Brunnen nicht berücksichtigend — Kalzium und Magnesium, während von den Anionen Hydrokarbonat vorherrschend, und bei hohem Salzgehalt Natrium, bzw. Chlorid und Sulfat. Somit sind das Natriumprozent und der Typ nach Anionen auch eine Funktion des gelösten Salzgehaltes.

5. Infolge der grossen Mannigfaltigkeit der Zusammensetzung der untersuchten Gewässer wurde eine Ergänzung der Wassertypen nach den Anionen notwendig. Die häufigsten sind die Gewässer vom Typ HCO_3 , HCO_3Cl , Cl HCO_3 , Cl SO_4 und HCO_3SO_4 .

6. Die Qualität der Gewässer hat sich im Verlaufe des andauernden Pumpens und der mehrjährigen Beobachtungen im wesentlichen nicht verändert.

7. Vom Gesichtspunkt der Brauchbarkeit zur Bewässerung sind territorial die Gewässer des südöstlichen Teiles die günstigsten, während nach der Tiefe jene Gewässer, die Brunnen von 25 bis 40 m Tiefe entspringen.

8. Die Beschaffenheit der Gewässer wird auf entscheidende Weise von den geologischen Gegebenheiten und den Umständen des Wasserersatzes bestimmt. Die Gewässer der aus grösseren Körnern bestehenden bzw. zur Quelle des Ersatzes näher liegenden Schichten sind von niedrigerem Salzgehalt, ihr Natriumprozent ist geringer. Somit stimmen vom Gesichtspunkt der Bewässerung aus Rohrbrunnen die günstigen Wasserquantitäts- und Wasserqualitätsbedingungen glücklich überein. Die Veränderung der Wasserqualität je nach der Tiefe wird ausser den Lösungsvorgängen durch die Verdampfung beeinflusst. Eine Wirkung der obersten Bodenschichten auf die Wasserqualität lässt sich nur auf den Flächen mit Alkali (Szik-) Böden nachweisen.

Abb. 1. Das Untersuchungsgebiet mit Angabe der Probenahmestellen (a) 1 Brunnen, (b) 5 Brunnen.

Abb. 2. Territoriale Verteilung des gelösten Salzgehaltes (auf Grund der Angaben für Brunnen von 8–30 m Tiefe). Werte in mg/l.

Abb. 3. Die Werte des gelösten Salzgehaltes in der Funktion der Brunnentiefe dargestellt. Abszisse: gelöster Salzgehalt in mg/l, Ordinate: Brunnentiefe in m.

Abb. 4. Territoriale Verteilung des Natriumprozentsatzes der Gewässer (auf Grund der auf Brunnen von 8 bis 30 m Tiefe bezüglichen Angaben).

Abb. 5. Die Werte des Natriumprozentsatzes als Funktion des gelösten Salzgehaltes (unter Berücksichtigung der Brunnen von 6 bis 30 m Tiefe). Abszisse: Natriumprozente, Ordinate: gelöster Salzgehalt in mg/l.

Abb. 6. Die Beziehung zwischen gelöstem Salzgebiet und Kationen. Abszisse: gelöster Salzgehalt, mg/l, Ordinate: Kationen mg Äqu./l.

Abb. 7. Die Werte der Natriumprozente als Funktion der Brunnentiefe dargestellt (gelöster Salzgehalt 600 bis 900 mg/l). Abszisse: Natriumprozente, Ordinate: Brunnentiefe in m.

Abb. 8. Die Beziehung zwischen dem gelösten Salzgehalt und den Anionen. Abszisse: gelöster Salzgehalt in mg/l, Ordinate: Anionen mg/Äqu./l.

Abb. 9. Änderung entsprechend der Tiefe des Sulfat-Chlorid Verhältnisses (gelöster Salzgehalt: 600 bis 900 mg/l). Ordinate: Brunnentiefe in m.

Abb. 10. Änderungen entsprechend der Tiefe des Hydrokarbonat-Verhältnisses (gelöster Salzgehalt: 600—900 mg/l). Ordinate: Brunnentiefe in m.

Abb. 11. Die Häufigkeit des Vorkommens einiger Wassertypen bei verschiedenen Werten des gelösten Salzgehaltes. Abszisse: gelöster Salzgehalt in mg/l, Ordinate: Häufigkeit der Wassertypen in %.

Abb. 12. Wasserqualifikations-Diagramm. Abszisse: Natriumprozente, Ordinate: gelöster Salzgehalt in mg/l, (1) HCO_3 -Typ, (2) HCO_3Cl und HCO_3SO_4 Typ., (3) andere Typen.

Abb. 13. Territoriale Verteilung der zur Bewässerung geeigneten Gewässer (a) zur Bewässerung geeignete Wasserqualität, (b) zur Bewässerung ungeeignete Wasserqualität.

Abb. 14. Verteilung je nach der Tiefe der zur Bewässerung geeigneten Gewässer. (a) zur Bewässerung geeignete Wasserqualität, (b) zur Bewässerung ungeeignete Wasserqualität.

Tab. 1. Wassertypen je nach Anionen. (1) Typ, (2) Reihenfolge des Vorkommens, (3) Verhältnis des Vorkommens.

Tab. 2. Resultate der Bewässerungswasser-Untersuchung bei einigen Rohrbrunnen des südlichen Teiles des Gebietes östlich der Theiss. (1) Serienzahl, (2) Ort und Nr. des Brunnens, (3) Brunnentiefe in m, (4) gelöster Salzgehalt in mg/l, (5) Typ.

Исследование и метод изображения качественных особенностей грунтовых вод с точки зрения пригодности их для орошения в районе Южного Затисья

И. ПАЛФАИ

Научно-исследовательский институт орошения и рисоводства, Сарваш (Венгрия)

Резюме

На основании изучения 417-ти трубчатых колодцев района Южного Затисья, где территория подлежащая орошению этим методом равна 3670 км², установили характерные показатели колодезных вод с точки зрения пригодности их для орошения, определили их территориальное распределение и глубину залегания. Результаты исследований показаны на различных картах и графиках. Заключение из проведенных работ сводятся к следующему:

1. При оценке качества воды нельзя дать общедействительную для всей территории характеристику, т. к. по важнейшим показателям (содержание воднорастворимых солей, %-ое содержание натрия и сумма анионов) отдельные участки территории существенно отличаются друг от друга. В Юго-Восточной части района отмечается низкое содержание солей и соды в %, а в направлении к центру Большой Венгерской Низменности эти показатели возрастают.

2. Глубина колодцев также значительно влияет на качество воды. До глубины 20—30 м. не наблюдается существенных изменений, но в более глубоких колодцах отмечается снижение содержания солей и увеличение количества натрия. Изменяется также и состав анионов.

3. Вода в неглубоких, большей частью вырытых колодцах, содержит больше солей, чем оросительная вода из более глубоких слоев. Разницы в отдельных случаях могут быть весьма существенными.

4. При различном содержании солей состав вод различен. При небольшом содержании солей среди катионов — не считая глубоких колодцев — преобладают кальций и магний, а среди анионов — гидрокарбонат, в то же время при высоком содержании солей господствуют ионы натрия, хлориды и сульфаты. Следовательно тип воды, определенный по содержанию натрия и составу анионов, зависит также и от содержания растворимых солей.

5. Большое разнообразие в составе исследуемых вод выдвигает необходимость дополнить существующие типы вод выделенные по составу анионов. Чаще всего встречаются следующие типы вод: HCO_3 , HCO_3Cl , ClHCO_3 , ClSO_4 и HCO_3SO_4 .

6. По многолетним наблюдениям при длительном выкачивании вод качество их мало изменяется.

7. Территориально самыми подходящими для орошения являются воды Юго-Восточной части территории, а по глубине залегания — воды, полученные из колодцев с глубиной 25—40 м.

8. Качество вод определяется главным образом геологическим строением и условиями пополнения колодцев. Воды из грубо-структурных или же близко-залегающих к источнику пополнения слоев содержат мало солей и % натрия в них незначителен. Значит воды из трубчатых колодцев по своим качественным и количественным показателям вполне пригодны для орошения. На изменение качества год с глубиной, кроме условий растворимости, влияют также процессы испарения. Однако влияние последних на качество вод из поверхностных слоев почвы наблюдается только на засоленных территориях.

Табл. 1. Тип воды по составу анионов. (1) Тип. (2) Порядок встречаемости. (3) Соотношение.

Табл. 2. Данные анализа вод из некоторых трубчатых колодцев, находящихся в районе Южного Затисья. (1) Порядковый номер. (2) Место и номер колодца. (3) Глубина колодца в м. (4) Содержание растворимых солей в мг./литр. (5) Тип.

Рис. 1. Схематическая карта исследуемой территории с обозначением колодцев. (а) один колодец, (в) пять колодцев.

Рис. 2. Распределение растворимых солей на данной территории (на основании данных анализа вод, взятых из колодцев с глубиной 8—30 м.). Данные выражены в мг./литр.

Рис. 3. Содержание солей в воде в зависимости от глубины колодца. На абсциссе — количество растворимых солей в мг./л., на ординате — глубина колодца в м.

Рис. 4. Процентное содержание натрия в водах, взятых из различных районов территории. (на основании данных анализа вод, взятых из колодцев с глубиной 8—30 м.).

Рис. 5. Содержание натрия в % в зависимости от количества растворимых солей (на основании данных анализа вод с глубиной 6—30 м.). На абсциссе — процент натрия, на ординате — количество растворимых солей в мг./л.

Рис. 6. Зависимость между содержанием растворимых солей и содержанием катионов. На абсциссе — содержание растворимых солей, в мг./л. На ординате — содержание катионов в мг.экв./л.

Рис. 7. Содержание натрия в % в зависимости от глубины колодца. (Количество воднорастворимых солей 600—900 мг./л.). На абсциссе — процент натрия, на ординате — глубина колодца в м.

Рис. 8. Связь между содержанием растворимых солей и составом анионов. На абсциссе — содержание растворимых солей в мг./л. На ординате — анионы в мг.экв./л.

Рис. 9. Изменение с глубиной соотношения сульфатов и хлоридов. (количество растворимых солей 600—900 мг./л.). На ординате — глубина колодцев в м.

Рис. 10. Изменение с глубиной пропорции гидрокарбонатов (количество растворимых солей 600—900 мг./л.). На ординате — глубина колодцев в м.

Рис. 11. Частота встречаемости некоторых типов вод при различных содержаниях солей. На абсциссе — содержание растворимых солей в мг./л. На ординате — частота встречаемости типов вод в %.

Рис. 12. График, отражающий качественный состав воды. На абсциссе — процент натрия. На ординате — содержание растворимых солей в мг./л. (1) Тип HCO_3 . (2) Тип HCO_3Cl и HCO_3SO_4 (3) Другие типы.

Рис. 13. Распределение по территории вод, пригодных для орошения. (а) пригодные для орошения, (в) непригодные для орошения.

Рис. 14. Распределение с глубиной вод (а), пригодных (в) непригодных для орошения.